南極 40cm 望遠鏡の原点オフセット覚書

沖田博文 (東北大)

2008/09/16

1　はじめに

AIR-T-40(南極 40cm 赤外線望遠鏡) を観測で使えるようにするまでに以下の手順を踏む必要がある。

1. ソフトウェアのインストール
2. 望遠鏡・コントローラーの組み上げ
3. 半月板の調整
4. 極軸調整
5. 原点オフセット
6. (ピディオディックモーション補正装置の調整)
7. (Sync による補正)
8. (オートガイダーの調整)

括弧で書いたものは 2008 年 9 月 16 日現在、まだ検討中のものである。

このレポートでは原点オフセットの方法について、南極用望遠鏡コントローラー取扱説明書 (株式会社エックス電子設計、2007/12/25) の内容を補足するものである。なお、取扱説明書の原点オフセット方法の計算式に間違いがあるが、このレポートはその点も指摘する。

2　南極望遠鏡の構造

南極望遠鏡には Ra 軸、Dec 軸それぞれに半月板と呼ばれる導体板を機械原点検出の為のスイッチとして取り付けてある。これは非接触の磁気センサーとその間に導体板を置くと磁気が遮断されるということを応用したスイッチである。この半月板は後述の機械原点を検出する為の装置である。

3　原点

望遠鏡を制御するためにいくつかの原点がある。南極望遠鏡では以下 2 つの原点が存在する。

- 制御原点
- 機械原点

3.1 制御原点

[制御原点] とはソフトウェアの定める原点でソフト固有のものであり、南極望遠鏡のコントローラーでは子午線と天の赤道の交点、つまり時角 Ha(hour angle)=00h00m00s、赤緯 Dec(declination)=00° 00'00"を制御原点としている。

3.2 機械原点

[機械原点] とはハードウェアの定める原点でこれは望遠鏡固有のものであり、南極望遠鏡では半月板で On/Off 切り替わる位置を原点としている。

3.3 原点オフセット

[制御原点] と [機械原点] の 2 つの原点、つまりソフトウェアの原点とハードウェアの原点を一致させる作業のことを、原点オフセットと呼ぶ。ソフトウェア的に、[制御原点]+[原点オフセット]=[機械原点] として、望遠鏡の向きを制御するようである。

4 原点オフセットを行わないと・・・

原点オフセットを行わなくても、天体を導入する時に [Sync] をすることで天体の導入、追尾が可能となる。これは南極望遠鏡の制御はあくまで機械原点ではなく制御原点を基準に行われているからである。

しかし、ひとたびモーターが脱調等して、望遠鏡の向いている方向とソフトウェアが示す方向に大きなズレが生じた場合、(機械) 原点を再検出することで望遠鏡とソフトウェアの指向方向を一致させて修正するといった方法が採れない。とりあえず試験的な観測をするのでなければ、特にリモート観測を前提とするのであれば時間をかけて原点オフセットを行う必要がある。

5 原点オフセット (1)

5.1 初期設定

コントロールソフトをインストールした直後だと、原点オフセット値は [RaOffset]、[DecOffest] ともに [0] である。そうでない場合はすでに適当な原点オフセットがなされているはずであるので、次の章を読んでいただきたい。

5.2 ORG

原点オフセット値がともに [0] である時、この状態でコントロールソフト画面の [望遠鏡制御] → [ORG] をクリックすると望遠鏡が原点検出のために動き、[機械原点] に向く。原点検出が終わると、ソフトはこの [機械原点] を [座標原点] だと認識する。

この状態は望遠鏡は半月板の On/Off 切り替わりの位置に向いているが、コントロールソフト上では望遠鏡は正確に Ha=00h00m00s、Dec=00°00'00"を向いていることになる。

5.3 原点オフセット量の見積もり

この望遠鏡の向いている方向と、子午線と天の赤道の交点との差がオフセットすべき角度となる。なのでその角度を測る。(天頂から北に何度、東に何度とか) 目測でだいたいでよい。

望遠鏡の位置はモーターのパルス数で数えられており、Ra は一周 $3,600,000[pulse]$、Dec は一周 $4,500,000[pulse]$ なので以下の例のようにオフセットするパルス数を計算し、R2SV Controller の Setting の Sytem Data の [RaOffset]、[DecOffset] にその値を入力する。

例）天頂から東に 6.5 度、北に 22 度の方向を望遠鏡が向いている時

Ra はそのまま、$-6.5[°]/360[°] \times 3600000[pulse] = -65000[pulse]$
(時角なので東は負、西は正)

Dec は天の赤道の仰角 (=緯度)+ 望遠鏡の方向で天の赤道からの角度となるので、
$(38.26[°] + 22[°])/360[°] \times 4500000[pulse] = 753250[pulse]$

入れた後は制御ソフトを再起動する。もう一度原点検出するとこの値が適用される。
これで実際に望遠鏡の向いている方向と、コントローラーの向いている方向がだいたい一致する。

6 原点オフセット (2)

次に適当な星を自動導入する。視野中央には (きっと) 導入できていないのでコントローラーで適当に動かして視野中心に移動させる。
そして望遠鏡コントローラーの補正値 (radian) に示される値

例:)

Ha Offset -0.001450
Dec Offset 0.003193

これが原点オフセットの量となる。これを取扱説明書にある計算法でパルス数を計算する。
ここで取扱説明書の間違いについて指摘する。「取扱説明書 5.3 原点位置の設定」10 行目、11 行目において、

誤）

RaOffset = 修正前の RaOffset パルス数 + 測定 Ra オフセットパルス数 (パルス)
DecOffset = 修正前の DecOffset パルス数 + 測定 Dec オフセットパルス数 (パルス)

正）

RaOffset = 修正前の RaOffset パルス数 - 測定 Ra オフセットパルス数 (パルス)
DecOffset = 修正前の DecOffset パルス数 - 測定 Dec オフセットパルス数 (パルス)

この点注意すること。
よって実際の計算は、

RaOffset = 修正前の RaOffset パルス数 - 測定 HA オフセット値 (radian) $\times$ 3600000 / π / 2
DecOffset = 修正前の DecOffset パルス数 - 測定 DEC オフセット値 (radian) $\times$ 4500000 / π / 2

となる。なおこれらの計算を簡単に行えるよう、offset.xls という Excel ファイルを用意した。まず [初期オフセット値] シートに初期オフセット値を入力し [1 回目] シートに測定 HA(または DEC) オフセット値を入力すると必要なオフセット値が出力され、さらに [2 回目] シートに測定 HA(DEC) オフセット値を入力すると必要なオフセット値が出力される、といった Excel ファイルである。シートは 10 回目までしか用意してないが、必要に応じて繰り返し行えばよい。

なお、コントロールソフトに値を入力したらソフトをいったん終了し、再び起動し原点検出を行わないと原点オフセット値が更新されないので注意をしておく。

7 注意

- 原点オフセット値は、ソフトウェアをいったん終了し、再び起動し、原点検出 [ORG] を行うことで初めて認識される。なのでオフセット値を変更したときは必ず原点検出を行う必要がある。(特に注意！！)
- 極軸が正確に合っていないと原点検出をどれだけ精度良くやっても導入精度は向上しない。
- AIR-T-40 はアブソリュートエンコーダーを備えていないので脱調等したら原点検出し直すよりほか手段はないので原点検出を精度良く行いたい。

8 参考

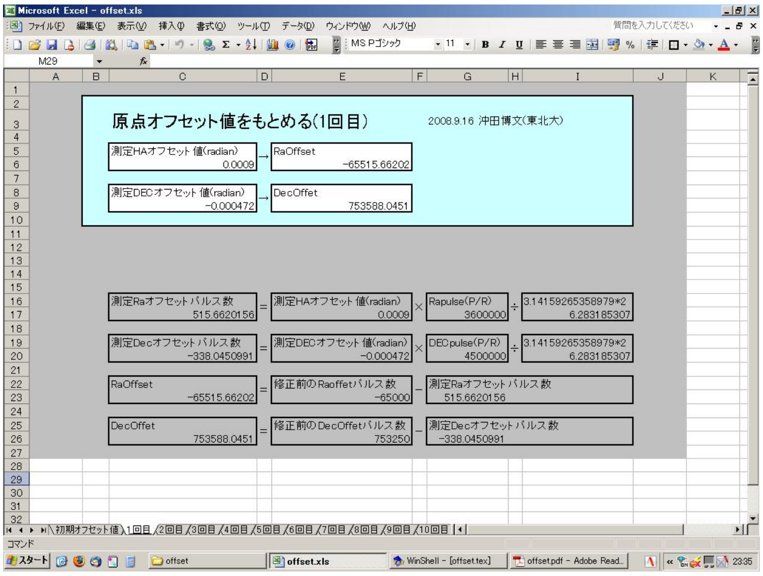


図 1　offset.xls エクセルシート

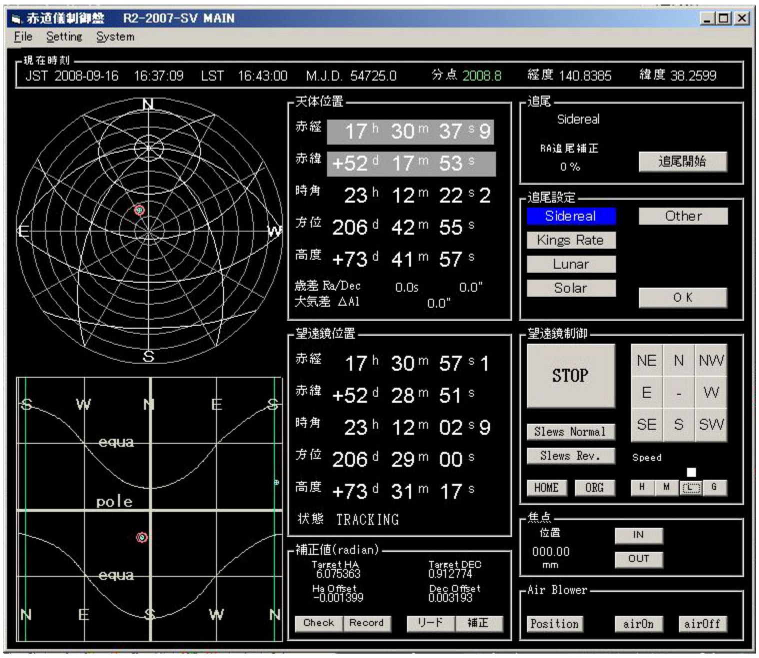


図 2　赤道儀制御盤 R2-2007-SV MAIN

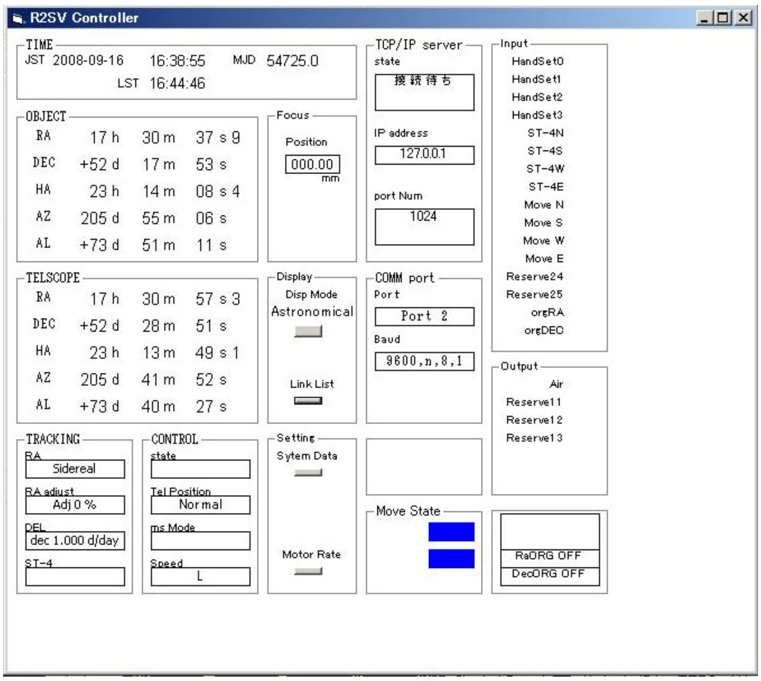


図 3　R2SV Controller

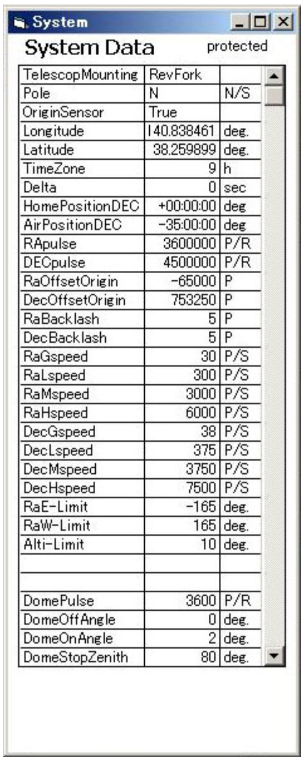


図 4　System Data